

速報

シイタケ原木栽培における特定防除資材を用いた病原菌対策に関する研究(Ⅳ)
—食酢を施用したときのシイタケ子実体収量への影響等について—^{*1}宮崎和弘^{*2}・木下晃彦^{*2}・福井陸夫^{*3}・倉島 治^{*4}・大林夏湖^{*5}・伊藤元己^{*5}・陶山佳久^{*6}

宮崎和弘・木下晃彦・福井陸夫・倉島 治・大林夏湖・伊藤元己・陶山佳久：シイタケ原木栽培における特定防除資材を用いた病原菌対策に関する研究(Ⅳ) —食酢を施用したときのシイタケ子実体収量への影響等について— 九州森林研究 74: 47–50, 2021 九州地域におけるシイタケの原木栽培現場では、近年 *Hypocrea* 属菌による被害報告が相次いでおり、年々被害が増加傾向にある。その対策方法として農薬取締法によって使用が認められている特定防除資材による防除が考えられる。これまでの試験により、特定防除資材のうち、食酢に *Hypocrea* 属菌に対する防除効果が認められたものの、使用にはシイタケの栽培への薬害効果が出ないことも重要である。そこで、シイタケの伏せ込み期間中に食酢を施用した場合、収量へ影響を与えるのかどうかについて検討を行った。その結果、食酢を施用した試験区における顕著な収量減少は認められず、食酢を栽培中のほだ木に施用しても、収量への影響は出ないと判断した。また、その他これまで試験を行っていなかった、次亜塩素酸の電解水の防除効果試験を行ったが、*Hypocrea* 属菌の培養菌糸を死滅させる効果は認められなかった。さらに、シイタケ栽培品種 85 品種の対峙培養試験による耐病性検定を行い、評価結果のとりまとめを行った。各品種の耐病性を、高、中、低の 3 段階で判断した結果、高：65 品種、中：17 品種、低：3 品種となった。

キーワード：シイタケ原木栽培、食酢、*Hypocrea* 属菌、特定防除資材

I. はじめに

九州地域のシイタケ原木栽培現場では、近年 *Hypocrea* 属菌による被害報告が相次いでおり（宮崎ほか、2013, 2014）、一部の生産者施設では 5 割を超える被害が出ている。被害が増加傾向にある原因のひとつとして、地球温暖化が影響を与えていると考えられる（宮崎ほか、2015）。IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の予測では、今後も地球温暖化が進行するとされていることから（環境省、2014）、今後さらに *Hypocrea* 属菌等シイタケ栽培上の病原菌被害のリスクが高まることが予想される（宮崎ほか、2015）。そこで、筆者らは害菌被害対策として、特定防除資材（特定農薬）を利用した防除の可能性を探り、これまでに *Hypocrea* 属菌の培養菌糸に食酢（酸度：4.2%）で処理した場合に、*Hypocrea* 属菌の培養菌糸を死滅させる効果があることを認めた（宮崎ほか、2016, 2017）。しかしながら、栽培に使用するためには、防除効果に加え薬害の有無を試験しておく必要があることから、今回シイタケの伏せ込み期間中に食酢を施用し、シイタケの収量に対し、負の影響が出るかどうかを確認することとした。

さらに、あらたな防除資材として、これまで未試験となっていた次亜塩素酸の電解水の効果に関する試験を行った。また、品種選別のための基礎的なデータとして、シイタケの栽培品種 85 品種について、両口試験管を用いた対峙培養試験による耐病性検定

を行い、その結果のとりまとめを行うこととした。

II. 材料と方法

1. 使用菌株

食酢施用のシイタケ収量に対する影響試験には、森 290 号の成形駒を用いた。また、*Hypocrea* 属菌の培養菌糸に対する電解水処理効果に関する試験には、*H. lactea* : KRCF 1095, *H. peltata* : KRCF 1673 を用いた。対峙培養試験による耐病性検定には、害菌側に *Trichoderma harzianum* : KRCF 131, シイタケ側には、シイタケ栽培品種 85 品種（表-1）を用いた。

2. シイタケ原木栽培試験方法および食酢の施用条件

シイタケ栽培用の原木は、熊本県産のクヌギ原木、長さ 1 m を用いた。使用する原木は、元口、末口の長径、短径を計測し、その平均値を原木直径 (cm) とした。算出した原木直径の 2.5 倍数の接種駒（森 290 号、成形駒）を接種した（接種日：2016 年 2 月 23 日）。その後、散水およびビニール被覆により、活着・仮伏せを行ったのち、2016 年 4 月 11 日に、支所構内の立田山試験林にあるほだ場に試験木を移動した。その後、コントロール区：滅菌水処理、食酢区：食酢原液（酸度：4.2%）処理、酢酸区：酢酸（濃度：4.2%）処理の 3 試験区に原木直径による偏りがないように配慮しながら、それぞれ 20 本ずつ試験木を分け、合計 5 回の噴霧試験を行った。噴霧量は、1–2 回目は、各試験

^{*1} Miyazaki, K., Kinoshita, A., Fukui, R., Kurashima, O., Ohbayashi, K., Ito, M., Suyama, Y.: A study on countermeasures for pathogenic fungi of shiitake mushroom cultivation with bed-logs using designated harmless agricultural chemicals (Ⅳ) - Effect on fruiting body yield of shiitake mushrooms when edible vinegar was applied.

^{*2} 森林総合研究所九州支所 Kyushu Res. Ctr., For. Forest Prod. Res. Inst., Kumamoto 860-0862, Japan

^{*3} 全国食用きのこ種菌協会 Japan Edible Mushroom Spawn Association, Tokyo 112-0004, Japan

^{*4} 国立科学博物館 National Museum of Nature and Science, Tokyo, 110-8718, Japan

^{*5} 東京大学大学院 The University of Tokyo, Graduate School of Arts and Sciences, Tokyo 153-8902, Japan

^{*6} 東北大学大学院 Tohoku University Graduate School of Agricultural Science Forest Ecology, Miyagi 989-6711, Japan

表-1. 耐病性検定結果

菌株番号	品種名	評価結果	菌株番号	品種名	評価結果	菌株番号	品種名	評価結果
KRCF1794	すその360号	2	KRCF1845	菌興170号	3	KRCF1822	北研HS73	3
KRCF1795	すその620号	1	KRCF1846	菌興241号	3	KRCF1822	北研HS73	3
KRCF1796	秋山A-910号	3	KRCF1847	菌興141号	2	KRCF1822	北研HS73	3
KRCF1797	秋山A-577号	2	KRCF1848	菌興118号	2	KRCF1823	北研HS702	3
KRCF1798	秋山A-105号	3	KRCF1849	菌興193号	2	KRCF1823	北研HS702	3
KRCF1799	秋山A-555号	2	KRCF1850	菌興240号	3	KRCF1851	菌興324号	3
KRCF1800	秋山A-511号	3	KRCF1851	菌興324号	1	KRCF1871	KXS035号	3
KRCF1801	秋山A-526号	2	KRCF1852	菌興327号	3	KRCF1872	東北S2号	3
KRCF1816	北研603号	2	KRCF1857	A580	2	KRCF1901	菌王9号	3
KRCF1817	北研HS606	3	KRCF1861	101号 河村	2	KRCF1902	菌王10号	3
KRCF1818	北研HS70	2	KRCF1862	508号 河村	3	KRCF1932	にく丸	3
KRCF1819	北研HS71	3	KRCF1863	507号 河村	3	KRCF1933	森与さぶろう	3
KRCF1820	北研HS607	3	KRCF1944	JMS 5K-16	3	KRCF1938	森121	3
KRCF1821	北研HS608	3	KRCF1953	JMS KV-92	3	KRCF1939	森の春太	3
KRCF1822	北研HS73	3	KRCF1955	森 XR1号	3	KRCF1940	森ゆう次郎	3
KRCF1823	北研HS702	3	KRCF1956	森 富富ML8	3	KRCF1942	森908	3
KRCF1824	北研HS705	3	KRCF1802	秋山A-711号	3	KRCF1948	森だい次郎	3
KRCF1825	北研HS701	3	KRCF1802	秋山A-711号	2	KRCF1954	森与一丸	3
KRCF1826	北研HS715	3	KRCF1804	秋山A-560号	3	KRCF1969	KM1号	2
KRCF1827	北研ST727	3	KRCF1805	秋山A-950号	3	KRCF1970	KM8号	3
KRCF1828	北研600号	2	KRCF1813	北研62号	3	KRCF2018	森252号	3
KRCF1834	かつらぎKS11	3	KRCF1814	北研601号	3	KRCF2019	森505号	2
KRCF1838	菌興537号	3	KRCF1815	北研68号	3	KRCF2020	JMS7H-1	3
KRCF1839	菌興697号	3	KRCF1817	北研HS606	3	KRCF2021	JMS7H-2	3
KRCF1840	菌興702号	3	KRCF1817	北研HS606	3	KRCF2022	JMS7H-3	3
KRCF1841	菌興706号	3	KRCF1818	北研HS70	2	KRCF2023	森148号	1
KRCF1842	菌興101号	3	KRCF1818	北研HS70	2	KRCF2028	森256号	3
KRCF1843	菌興115号	3	KRCF1819	北研HS71	3			
KRCF1844	菌興169号	3	KRCF1819	北研HS71	3			

木あたり 30 ml を霧吹きで噴霧, 3-5 回目は, 各試験木あたり 15 ml を出来るだけまんべんなく噴霧した。その後, 2016 年 10 月 13 日に, 立田山のほだ場から, 研究所構内の人工ほだ場に試験木を移動し, 2016 年秋から 2019 年春までに発生した子実体の収穫を行った。子実体は収穫後, 生重量の測定後, 50℃で 48 時間以上乾燥し, 乾燥重量を測定した。

3. *Hypocrea* 属菌の培養菌糸に対する次亜塩素酸の電解水の影響

H. lactea, *H. peltata* の培養菌糸への影響を評価するために, 各供試菌を直径 90 mm のガラス製シャーレに詰めた木粉・米ぬか培地 (容量比で木粉:米ぬかを 4:1 で混合し, 水道水にて含水率約 65% に調整後, 121℃で 30 分間滅菌) で, 25℃・9 日間培養し試験に用いた。処理は, (1) 滅菌水 (コントロール), (2) 次亜塩素酸の電解水 (400 ppm, クレジア水, 株式会社いけうち) とし, それぞれ表-2, 表-3 に記述した濃度の溶液を使用した。木粉・米ぬか培地上の培養菌糸にそれぞれの処理溶液を 20 ml 添加し, 10 秒間 (10 sec), および 10 分間 (10 min) 処理後, 20 ml の滅菌水で 3 回洗浄を行った。処理枚数を 2 枚とし, シャーレ 1 枚あたり 5 箇所, 計 10 箇所から分離を行った。分離後の培養は, ポテトデキストロース寒天 (PDA) 平板培地 (直径: 60 mm) を用いて行い, *Hypocrea* 属菌の菌糸が再生した割

合 (%) を観察した。

4. 両口試験管を用いた対峙培養試験による耐病性検定

内径: 22 mm, 長さ: 24.5 cm の両口試験管の中央部に, 木粉と米ぬかを 4:1 (容量比) で混合後, 含水率 65% に調整した木粉培地を, 長さ約 9 cm になるように詰め, 綿栓でそれぞれの口に封をした後, オートクレーブ (121℃, 1 h) 滅菌を行い, 検定用の両口試験管培地を準備した。その後一晩かけて放冷した後に, 片側にシイタケの菌糸 (コルクポラーで打ち抜いた直径 5 mm のディスク) を接種した。さらに, 温度 25℃・湿度 60% の室内において 2 週間培養を行い, 反対側に *Trichoderma* 属菌 (KRCF 131: *T. harzianum*) の菌糸 (コルクポラーで打ち抜いた直径 5 mm のディスク) を接種した。それらを温度 25℃・湿度 60% の室内においてさらに 2 週間培養後, 接触部に形成される帯線の外観的な観察を行った。さらに 1 週間, 温度 25℃・湿度 60% の室内において培養を行い, その後シイタケ接種側から培地の一部をとり, PDA 平板培地上に置床した。培養を 3-7 日間行い, 再生する菌糸がシイタケの菌糸か, *Trichoderma* 属菌の菌糸かの観察を行った。シイタケの品種ごとに 3 本ずつ供試し, 耐病性の判断は, シイタケの菌糸が 3 本すべてから分離されれば「高:ポイント 3」, *Trichoderma* 属菌が 3 本すべてから分

表-2. 次亜塩素酸の電解水が *H. lactea* の培養菌糸の再生に及ぼす影響

処理方法	処理時間	再生率
滅菌水	10 sec	100%
滅菌水	10 min	100%
次亜塩素酸水 (400ppm)	10 sec	100%
次亜塩素酸水 (400ppm)	10 min	100%
次亜塩素酸水 (200ppm)	10 sec	100%
次亜塩素酸水 (200ppm)	10 min	100%
次亜塩素酸水 (40ppm)	10 sec	100%
次亜塩素酸水 (40ppm)	10 min	100%
次亜塩素酸水 (4ppm)	10 sec	100%
次亜塩素酸水 (4ppm)	10 min	100%

表-3. 次亜塩素酸の電解水が *H. peltata* の培養菌糸の再生に及ぼす影響

処理方法	処理時間	再生率
滅菌水	10 sec	100%
滅菌水	10 min	100%
次亜塩素酸水 (400ppm)	10 sec	100%
次亜塩素酸水 (400ppm)	10 min	100%
次亜塩素酸水 (200ppm)	10 sec	100%
次亜塩素酸水 (200ppm)	10 min	100%
次亜塩素酸水 (40ppm)	10 sec	100%
次亜塩素酸水 (40ppm)	10 min	100%
次亜塩素酸水 (4ppm)	10 sec	100%
次亜塩素酸水 (4ppm)	10 min	100%

離されれば「低：ポイント1」, その中間を「中：ポイント2」と判断した。

Ⅲ. 結果

1. 食酢を施用したときのシイタケ収量への影響

収穫試験に用いた試験用原木は、試験区ごとに試験木の直径に偏りがないように、まず直径を参考にしながら3試験区用に割り振りをを行った。それぞれの試験区に用いた試験木の直径の平均値(平均値±標準偏差)を算出した(水区:97.2±24.6, 食酢区:96.9±24.5, 酢酸区:97.3±23.9)(図-1)。3試験区に用いた原木直径の分散分析(一元配置分散分析, 対応なし)を行ったところ、いずれも有意な差は認められなかった(p -value=.999)。次に、それぞれの試験区ごとの収穫量(乾燥重量)(g)の平均値を算出した(水区:206.9±91.4, 食酢区:195.8±85.5, 酢酸区:198.2±81.7)(図-2)。試験区間の比較を、同じく3試験区に収穫量の分散分析を行ったところ、いずれも有意な差は認められなかった(p -value=.917)。また、乾燥重量と生重量の相関を調べるために、相関係数を算出したところ、0.972であった。

2. 次亜塩素酸の電解水の *Hypocrea* 属菌培養菌糸への殺菌効果

試験に使用した次亜塩素酸の電解水による *Hypocrea* 属菌の培養菌糸への影響評価に関する試験結果は、表-2, 表-3に示したとおり、すべての条件で再生率が100%であった。

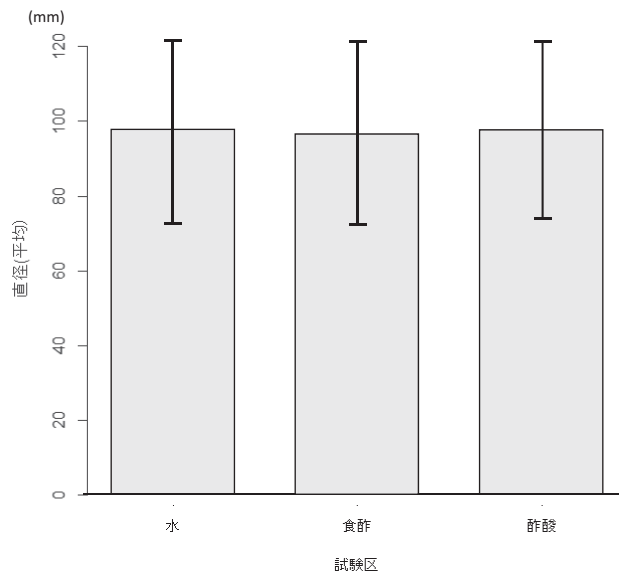


図-1. 各試験区で用いた原木直径(平均値)の比較(図注に示したエラーバー:標準偏差)

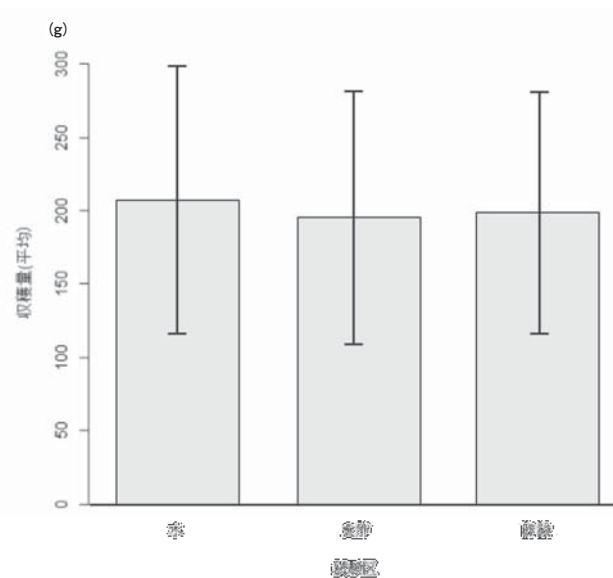


図-2. 各試験区におけるほだ木ごとの収穫量(平均)の比較(図注に示したエラーバー:標準偏差)

3. シイタケ栽培品種の耐病性検定

両口試験管を用いた対峙培養試験により、シイタケの栽培品種の耐病性検定を行った。その結果、供試したシイタケ栽培品種85品種は、高:65品種, 中:17品種, 低:3品種となった(表-1)。この結果から、栽培品種のほとんどは、高耐病性を有することが確認された。

Ⅳ. 考察

防除資材として、食酢を施用するためには、薬効だけではなく、薬害が出ないことを確認しておく必要がある。そこで、食酢を施用した栽培を行って、コントロール区(水区)と比較を行ったが、

3 発生期間の (2016 秋 - 2019 春) シイタケ収量は、食酢を施用した試験区 (食酢区) も、酢酸を施用した試験区 (酢酸区) も大きな差がないことを示していた。このことから、特定防除資材のひとつである食酢の施用はシイタケ原木栽培におけるシイタケ収量に負の影響を与えないことが示唆された。施用条件をここで確認すると、少なくとも 1 カ月に 1 度、15 ml (ほぼ、原木全体にまんべんなく噴霧できる量) を施用することは、シイタケ生産に負の影響を与えることはないことが示唆された。

乾燥重量と生重量の相関を調べるために、相関係数を算出したところ、0.972 という高い値を示した。乾燥重量により検証することは、正確性において子実体ごとの含水率などに左右されないことから有利と考えられるが、測定には乾燥する必要があり、乾燥が終了するまでに時間がかかる上にコストもかかる。そのため、試験の目的や求める精度により、どちらの値で比較するのかが、使い分けるとよいのではないかと考えられた。

次に、次亜塩素酸の電解水 (クレジア水) の *Hypocrea* 属菌の培養菌糸に対する殺菌効果の試験を行ったが、400 ppm の原液で 10 分間処理した試験区でも、*H. lactea*, *H. peltata* のどちらに対しても、その菌糸を死滅させる効果は確認されなかった。しかし、電解処理直後の電解水に他害菌に対する殺菌効果が認められるという報告 (太田ほか, 2004) もある。ただし、効果が認められる電解水を調整するためには、専用の機械が必要となる。今回は、市販の次亜塩素酸の電解水を用いており、専用の機械は必要でないものの、電解処理から使用までかなりの時間が経っていたことが防除効果がなかった原因であると推察された。また、使用した電解水は NaCl 由来であることから特定防除資材として使用が認められる条件を満たしていないという問題もあった。これらの点から、少なくとも本研究に用いた電解水は、*Hypocrea* 属菌の防除には向いていないと考えられた。

さらに、両口試験管を用いた対峙培養試験による耐病性検定を行った。供試したシイタケ栽培品種 85 品種は、高 : 65 品種、

中 : 17 品種、低 : 3 品種となり、多くの品種は、*T. harzianum* に対して高耐病性を有すると判断された。なお、同様の試験を栽培品種 2 品種の子実体から採取された胞子菌株同士を掛け合わせた交配菌株で行ったが、高耐病性と判断された菌株の割合は低かった (未発表データ)。このことから、品種登録の際に耐病性の試験結果を付ける義務はないものの、結果的には高耐病性の菌株が品種として登録されていることが示唆された。

V. 謝辞

本試験を行うにあたり、森林総合研究所九州支所で非常勤職員として勤務されていた川地直子氏、河野富美氏に大変なご助力をいただいた。ここに深謝の意を表する。また、本研究の一部は、イノベーション創出強化研究推進事業 (生研支援センター) 「次世代シーケンシング技術を用いた食用きのこ品種の DNA 鑑定技術開発」 (課題番号 : 30031 C) の一環として行われた。

参考文献

- 環境省 (2014) IPCC 第 5 次評価報告書の概要
(http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5_wg1_overview_presentation.pdf) (2017 年 11 月 10 日利用)
- 宮崎和弘ほか (2013) 九州森林研究 66 : 158 - 161
- 宮崎和弘ほか (2014) 九州森林研究 67 : 83 - 85
- 宮崎和弘ほか (2015) 九州森林研究 68 : 173 - 176
- 宮崎和弘ほか (2016) 九州森林研究 69 : 149 - 151
- 宮崎和弘ほか (2017) 九州森林研究 70 : 117 - 120
- 宮崎和弘ほか (2018) 九州森林研究 71 : 87 - 90
- 太田千奈ほか (2004) 日本きのこ学会講演要旨集 8 : 87 - 87
(2020 年 11 月 12 日受付 ; 2020 年 12 月 21 日受理)